

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2002192500 A

(43) Date of publication of application: 10.07.02

(51) Int. Cl **B81C 5/00**
B44C 1/20
B44C 1/22
C03C 15/00
G02B 3/00
G02B 5/18
G03F 7/20
G03F 7/24

(21) Application number: 2000391400

(71) Applicant: RICOH OPT IND CO LTD

(22) Date of filing: 22.12.00

(72) Inventor: UMEKI KAZUHIRO

**(54) MANUFACTURING METHOD FOR ARTICLE
HAVING MICRO SURFACE STRUCTURE**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To manufacture highly precise and reproducible surface three-dimensional structure at low cost by simplifying the process of the manufacture.

SOLUTION: The surface of a metal mold 2a is released, ultraviolet ray hardening type resin 6 is coated thereon, and a target product material 8 treated by silane coupling is slowly pushed thereon. The uniform ultraviolet ray is irradiated from the rear side of the target product material substrate 8 so as to harden the ultraviolet ray hardening type resin layer 6. The metal mold 2a is exfoliated with the ultraviolet ray hardening type resin layer 6 joined with the target product material substrate 8. The transfer shape of the resin layer 6a on the target product material substrate 8 is transferred to the target product material substrate 8 by a dry etching method.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-192500

(P2002-192500A)

(43)公開日 平成14年7月10日(2002.7.10)

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

マーク(参考)

B 8 1 C 5/00
B 4 4 C 1/20
1/22
C 0 3 C 15/00

B 8 1 C 5/00
B 4 4 C 1/20
1/22
C 0 3 C 15/00

2 H 0 4 9
B 2 H 0 9 7
B 4 G 0 5 9
A
D

審査請求 未請求 請求項の数15 O.L (全9頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願2000-391400(P2000-391400)

(22)出願日

平成12年12月22日(2000.12.22)

(71)出願人 000115728

リコー光学株式会社

岩手県花巻市大畑第10地割109番地

(72)発明者 梅木 和博

岩手県花巻市大畑第10地割109番地 リコ
一光学株式会社内

(74)代理人 100085464

弁理士 野口 繁雄

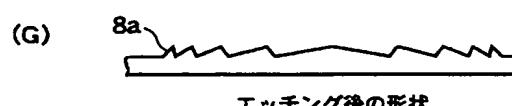
F ターム(参考) 2H049 AA03 AA18 AA33 AA36 AA37
2H097 AA03 AA16 BA06 CA16 CA17
FA02 LA15 LA17 LA20
4G059 AA11 AB01 AC30 BB01 BB13

(54)【発明の名称】 微細表面構造をもつ物品の製造方法

(57)【要約】

【課題】 生産の工程を簡素化して高精度の表面3次元構造を再現性よく、安価に製造する。

【解決手段】 この金型2aの表面を離型処理し、その上に紫外線硬化型樹脂6を塗布し、その上からシランカップリング処理を施した目的製品材料8をゆっくりと押し当てる。目的製品材料基板8の裏面側から均一な紫外線光を照射して紫外線硬化型樹脂層6を硬化させる。紫外線硬化型樹脂層6aを目的製品材料基板8に接合したまま金型2aを剥離する。目的製品材料基板8上の樹脂層6aの転写形状をドライエッティング法により目的製品材料基板8に転写する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 以下の工程（A）から（E）を備えて微細表面構造をもつ物品を製造する製造方法。

（A）表面に微細形状をもつ金型の表面に離型処理を施す工程。

（B）離型処理の施された前記金型表面に硬化可能な樹脂を介して目的製品材料を押し当てて、前記金型の表面形状の反転形状を前記樹脂に転写する工程。

（C）前記樹脂を硬化させる工程。

（D）前記樹脂を前記目的製品材料に接合させた状態でその樹脂を前記金型から剥離させる工程、及び

（E）前記樹脂に転写された形状をドライエッティング法によって前記目的製品材料に転写する工程。

【請求項2】 前記樹脂は紫外線硬化型樹脂である請求項1に記載の製造方法。

【請求項3】 前記金型表面の微細形状は、以下の工程（a）から（c）により形成する請求項1又は2に記載の製造方法。

（a）前記微細形状を形成しようとする金型母材料表面上に感光性材料を塗布する工程。

（b）電子線又はレーザービームにより前記感光性材料に所望の形状を描画し、次いで現像して前記感光性材料に所望形状を形成する工程、及び

（c）前記感光性材料の形状をドライエッティング法によって前記金型母材料に転写する工程。

【請求項4】 前記金型母材料はドライエッティング可能な材料であり、金属材料、ガラス材料、セラミックス材料、プラスチック材料及び硬質ゴム材料からなる群から選ばれた1種である請求項3に記載の製造方法。

【請求項5】 前記金型母材は平面基板であり、その平面上の表面に前記微細形状を形成する請求項3又は4に記載の製造方法。

【請求項6】 請求項3の工程（b）における描画を電子線により行なうものとし、前記金型母材料表面上に塗布する感光性材料はポジ型レジストとする請求項3、4又は5に記載の製造方法。

【請求項7】 請求項3の工程（c）におけるドライエッティング工程で所望の形状を転写するために、選択比を段階的又は連続的に変化させる請求項3から6のいずれかに記載の製造方法。

【請求項8】 請求項1の工程（A）における金型表面の離型処理は、金型表面に金属薄膜を成膜することであり、

その金属薄膜はNi, Cr, Fe, Al, Co, Cu, Mo, Pt, Au, Nb及びTiからなる群から選ばれた单一金属又は複合材料からなるものである請求項1から7のいずれかに記載の製造方法。

【請求項9】 金型表面の離型処理のための前記金属薄膜を成膜した後、さらに離型処理としてその金属薄膜上に微細な構造のフッ素樹脂を含む層により表面処理を施す請求項8に記載の製造方法。

【請求項10】 請求項1の工程（A）における金型表面の離型処理方法として、金型表面にフッ素官能基を有する有機化合物層を形成する請求項1から7のいずれかに記載の製造方法。

【請求項11】 前記樹脂として紫外線硬化型樹脂を使用し、前記金型と前記目的製品材料のうち少なくとも一方は紫外線透過材料からなるものを選択しておき、

請求項1の工程（C）における樹脂の硬化工程では、紫外線透過材料の金型もしくは目的製品材料、又は両方を通して紫外線硬化型樹脂に紫外線を照射してその紫外線硬化型樹脂を均一に硬化させる請求項2から10のいずれかに記載の製造方法。

【請求項12】 請求項1の工程（C）における樹脂の硬化の際の収縮量を予め求めておき、

請求項3の工程（c）における感光性材料のドライエッティングによる金型母材料への形状転写工程では、その収縮量部分を見込んで金型母材料を深く加工する請求項3から11のいずれかに記載の製造方法。

【請求項13】 請求項1の工程（B）で離型処理の施された金型表面に樹脂を介して目的製品材料を押し当てる際、樹脂と目的製品材料表面との間に両者の密着性を向上させるためのプライマー表面処理を施しておく請求項1から12のいずれかに記載の製造方法。

【請求項14】 請求項1の工程（E）で樹脂に転写された形状をドライエッティング法によって目的製品材料に転写する際、目的製品材料に所望の形状を形成するためにはそのドライエッティングにおける樹脂と目的製品材料とのエッティングの選択比を段階的又は連続的に変化させる請求項1から13のいずれかに記載の製造方法。

【請求項15】 前記目的製品材料の曲面状表面に微細形状を形成するために、前記金型に可撓性をもたせておき、請求項1の工程（B）では前記金型表面に前記樹脂を介して前記目的製品材料を押し当ててその目的製品材料表面の曲面に応じて前記金型を湾曲させた状態で、その金型の表面形状の反転形状をその樹脂に転写する請求項1から14のいずれかに記載の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、表面に微細加工を施すことによって、光学的機能、機械的機能又は物理的機能を発現する製品の製造や加工に関するものである。

このような微細加工は、例えばMLA（マイクロレンズアレイ）、回折光学素子、偏向光学素子、屈折光学系素子、複屈折光学素子、光ファイバー系光学素子、ビームスプリッター等の光学素子の製造に利用されており、特に概略寸法が10mm以下の光学素子の製造で利用されている。また、この方法は、マイクロマシニング、機械摺動部品（自動車用エンジン、エアコン用コンプレッサ

ーなど)の表面処理方法など、幅広い産業分野に応用・利用可能である。

【0002】

【従来の技術】 A) リソグラフィ技術を用いてマルチレベル素子の作製方法として、M枚のマスクを使って(M-1)回のプロセスでN=2^Mレベルのステップ状の位相分布を持つ素子を作製する方法が提案されている(「光技術コンタクト」Vol.38, No.5 (2000) P.42~51、特にそのP.45参照)。B) 電子ビーム、レーザービームやイオンビーム等を用いた直接描画法と光リソグラフィーとドライエッティング技術を組み合わせた方法も提案されている(「応用物理」第68巻第6号(1999) P.633~638参照)。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 Aの方法では、マスク枚数が多く必要であること、アライメント回数が多くこの誤差が無視できること、深さ方向のエッティング誤差が無視できること、最小ライン幅は1 μm程度が限界であること、等が問題である。Bの方法では、高精度な制御技術を有する装置が必要で、装置が高価であること、描画に時間が非常にかかり(500 μm × 500 μmの正方形で10~15時間程度)、量産性が全くない、再現性に乏しい、等の問題があり、実用化された例はない。上記A、Bのいずれの方法においても、製品対象材料の形状は、全て平面基板・材料である。曲面(球面を含む)形状の基板に対する製作は提案されていない。

【0004】 本発明は、生産の工程を簡素化して高精度の表面3次元構造を再現性よく、安価に製造する為の方法を提供することを目的とするものである。本発明はまた、金型の寿命を長くし、かつ転写性を向上させ、剥離を容易にすることも目的としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明は、以下の工程(A)から(E)を備えて微細表面構造をもつ物品を製造する製造方法である。

(A) 表面上に微細形状をもつ金型の表面に離型処理を施す工程、(B) 異型処理の施された金型表面に硬化可能な樹脂を介して目的製品材料を押し当てて、金型の表面形状の反転形状をその樹脂に転写する工程、(C) その樹脂を硬化させる工程、(D) その樹脂を目的製品材料に接合させた状態でその樹脂を金型から剥離させる工程、及び(E) その樹脂に転写された形状をドライエッティング法によって目的製品材料に転写する工程。本発明では、金型表面を離型処理するので、樹脂が容易に金型から剥離する。また、これにより、金型の寿命が伸び、かつ転写性が向上する。

【0006】

【発明の実施の形態】 金型の表面形状の反転形状を転写する樹脂としては、紫外線硬化型樹脂や熱硬化型樹脂を

用いることができる。その樹脂として紫外線硬化型樹脂を用いる場合には、次のような利点がある。

- ①常温での硬化が可能である。
- ②液体状で塗布できるので、流动性がよく、泡などの発生を防ぐことができる。
- ③紫外光を均一に照射して硬化させることができるの
- で、均一に硬化させることができる。
- ④短時間に硬化させることができる。その結果、金型表面形状を正確に容易に転写することができるようになる。

【0007】 その樹脂として熱硬化型樹脂を用いる場合でも、均一に硬化させることによって、紫外線硬化型樹脂と同様に金型表面形状を正確に転写することができる。熱硬化型樹脂としては、プラスチック眼鏡レンズや、コンタクトレンズの製造に使用されている樹脂を用いることができる。そのような熱硬化型樹脂を用いた成型方法は注型法と呼ばれており、金型に液体状の熱硬化型樹脂を流しこみ、徐々に加熱して24時間程度の時間をかけて硬化させる。

【0008】 金型表面の微細形状は、以下の工程(a)から(c)により形成することが好ましい。

20 (a) 前記微細形状を形成しようとする金型母材料表面上に感光性材料を塗布する工程、(b) 電子線(EB)又はレーザービームによりその感光性材料に所望の形状を描画し、次いで現像してその感光性材料に所望形状を形成する工程、及び(c) その感光性材料の形状をドライエッティング法によって金型母材料に転写する工程。電子線又はレーザービームにより所望の形状を描画することにより、1度のプロセスで所望の形状を高精度で作製できる。

【0009】 また、感光性材料の形状をドライエッティング法によって金型母材料に転写するようにすれば、軟質材料であるレジスト形状を硬質金型材料に転写できる。この場合、金型母材料はドライエッティング可能な材料であることが必要であり、そのような材料として金属材料、ガラス材料、セラミックス材料、プラスチック材料及び硬質ゴム材料からなる群から選ばれた1種を用いることができる。

【0010】 一般には、金型母材は平面基板であり、その平面上の表面に微細形状を形成する。金型を作る際に金型母材料表面に感光性材料パターンを形成するため電子線描画用感光性材料を使用する場合は、その電子線描画用感光性材料はポジ型レジストであることが好ましい。このように、微細構造製造方法として、ポジレジストを塗布し電子線描画方法で描画することにより、描画の再現性が良く、電子の漏れ等の制御が容易で制御し易いという利点がある。レーザービームで描画する場合は、使用するレーザー光の波長に感度をもつ感光性材料を使用する。

【0011】 金型を製作する際、感光性材料の形状をドライエッティング法によって金型母材料に転写する工程におけるドライエッティング工程で、所望の形状を転写する

ために、選択比を段階的又は連続的に変化させることができが好ましい。このように、選択比を段階的又は連続的に変化させることにより、転写時に所望の形状を得ることができるようになる。

【0012】金型表面の離型処理の一例は、金型表面に金属薄膜を成膜することであり、その金属薄膜はNi, Cr, Fe, Al, Co, Cu, Mo, Pt, Au, Nb及びTiからなる群から選ばれた单一金属又は複合材料からなるものとすることができます。この離型処理により、金型の形状転写性が飛躍的に増し、正確な転写が行なえると同時に、剥離性が容易となり金型の寿命が飛躍的に向上する。

【0013】離型処理として、さらにその金属薄膜上に微細な構造のフッ素樹脂を含む層によって表面処理を施すことが好ましい。この表面処理はフッ素樹脂を含む層をメッキ方法や蒸着方法によって形成することにより行なうことができる。金型表面の他の離型処理方法として、金型表面にフッ素官能基を有する有機化合物層を形成する方法も好ましい。

【0014】金型の表面形状の反転形状を転写する樹脂として紫外線硬化型樹脂を使用する場合、紫外線硬化型樹脂を硬化させる方法として、金型と目的製品材料のうち少なくとも一方は紫外線透過材料からなるものを選択しておき、紫外線硬化型樹脂の硬化工程では、紫外線透過材料の金型もしくは目的製品材料、又は両方を通して紫外線硬化型樹脂に紫外線を照射してその紫外線硬化型樹脂を均一に硬化させるようにするのが好ましい。紫外線硬化型樹脂を均一に硬化させることにより、金型の形状転写性が飛躍的に増し、正確な転写が行なえる。金型の表面形状の反転形状を転写する樹脂として熱硬化型樹脂を使用する場合、熱硬化型樹脂を硬化させる方法として、金型と目的製品材料を位置決めした状態で固定し、樹脂注入口を別途設ける。熱硬化型樹脂の硬化工程では徐々に加熱しながら金型全体に均一に熱が行きわたるようにして加熱硬化させるのが望ましい。

【0015】一般に、樹脂は硬化の際に収縮するものである。そこで、その収縮量を予め求めておき、感光性材料のドライエッティングによる金型母材料への形状転写工程では、その収縮量部分を見込んで金型母材料の形状が深くなるように補正して加工するのが好ましい。これにより、硬化収縮量の補正が可能となる。

【0016】離型処理の施された金型表面に樹脂を介して目的製品材料を押し当てる際、樹脂と目的製品材料表面との間に両者の密着性を向上させるためのプライマー表面処理を施しておくことが好ましい。これにより、剥離工程で金型側から選択的に剥離が行われ、樹脂のクワレ(剥離の際に樹脂の一部が金型に残ること)が急激に減少する。その結果、次工程での形状転写性が向上する。

【0017】樹脂に転写された形状をドライエッティング

法によって目的製品材料に転写する際、目的製品材料に所望の形状を形成するためにそのドライエッティングにおける樹脂と目的製品材料とのエッティングの選択比を段階的又は連続的に変化させることができが好ましい。この選択比の調整により形状の補正が可能となり、所望の形状に転写できるようになる。

【0018】目的製品材料の曲面状表面に微細形状を形成するために、金型をプラスチック材料で形成したり、金属薄膜上に形成したりすることにより、金型に可撓性をもたせ、金型表面に樹脂を介して目的製品材料を押し当ててその目的製品材料表面の曲面に応じて金型を湾曲させた状態で、その金型の表面形状の反転形状をその樹脂に転写することができが好ましい。金型に可撓性をもたせるこにより、以下のような利点を発揮することができる。

①例えば、図1(A)に示されるように、金型をX軸方向に変形させると、金型をシリンダー形状とすることができる。

②また、例えば、図1(B)に示されるように、金型をZ軸方向に均一な圧力を加えて変形させると、金型を球面形状とすることができます。これらの形状を利用することにより、製作する面の形状は平面に限るものではなく、球面形状、非球面、シリンダー面などに微細形状を製作することができる。このように、曲面基板上の微細構造製作が可能となる。

【0019】

【実施例】(実施例1) 図2に示す回折光学素子を作製した。この回折光学素子は合成石英材に形成された直径が約10mmのもので、同心円状に鋸歯形状を配列したものである。その輪帯数は約900、ピッチは約150μm～3μm、高さは約0.6μmである。

【0020】以下に、図3、4を参照してこの回折光学素子の製作手順を示す。

(A) 金型母材料2として直径が4インチ、厚さが2.0mmの合成石英基板を用意した。この金型母材料2の表面上に電子線描画用感光性材料(レジスト)(東京応化社製:OEBR-1000)4をスピナーにて、500rpmで5秒間、続いて4000rpmで30秒間塗布した。その後、170℃で20分間のブリーバークを行なった後、急冷却した。この時のレジスト膜厚は、0.5μmであった。

【0021】次に、第2図に示す形状を得る為に、別途CADソフトを使用してEB照射ビームがなぞる領域分割、経路及びビーム径、ドーズ量、描画時間等を入力しておく。本実施例の場合には、丸形状を1080角形と近似して描画全領域を500μm×500μmの正方形の領域に分割して描画プログラムを作成した。尚、本件では最終製品形状と描画形状とは、反転した関係である。予め、反転形状でプログラムを製作するのは当然である。

【0022】(B) そのレジスト4を塗布した金型母材料2を電子線描画装置にセットし、所定の真空度まで排気する。次いで、CADデータを描画装置の制御装置に転送し、描画を開始する。本件の場合には、X-Yステージを移動させながら描画し、描画に135時間要した。描画後、現像液(OEBR-1000現像液)を使用して25℃で3分間現像した。リンスは行なわず、窒素プロアードスピナー回転にて直ぐに乾燥させた。また、ポストペークも行なわなかった。

【0023】(C) 次に、描画後のレジスト4のパターン4aをドライエッチング法によって金型母材料2に転写した。このときのドライエッチングは、TCP(誘導結合型プラズマ)エッチング装置を用い、CHF₃:1.5.0 sccm、CF₄:2 sccmのガスを導入しながら、基板バイアス電圧:500W、上部電極パワー:1250W、真空度 1.5×10^{-3} Torr(すなわち1.5 mTorr)で3分間エッチングを行なった。このときのエッチング速度は、0.26 μm/分であった。僅かに(0.1 μm程)オーバーエッチングで終了させた。エッチングの選択比(金型母材料2のエッチング速度/レジスト4のエッチング速度)は1.5でエッチング後の金型2aの形状高さは、0.75 μmであった。表面粗さは、Ra=0.001 μm以下で良好であった。この形状高さは、次工程での樹脂の収縮を10%と見込んで設定した。

【0024】この時の金型2aの形状は、描画時の形状4aに比較して、ピッチ一定で、高さだけが1.5倍になっていた。この金型2aの表面を離型処理するために、金型表面に金属Ni薄膜をスパッタリング法で 9×10^{-1} Paの真空度で500 Å成膜した。比較的高圧で成膜したため、まわり込みが十分に行なわれ、金型表面に均一に成膜された。

【0025】次に、Ni表面を、フッ素官能基を有するトリアジンチオール有機化合物で表面処理した。これは、有機鍍金法と言われる方法で行なった。具体的には、フッ素化SFTI(スーパーファイントリアジンチオール)を溶媒に溶かした溶液中で電解重合処理(有機鍍金)して、金型表面にフッ素系の有機薄膜を形成した。フッ素化SFTIは、有機硫黄化合物の1つであるトリアジンチオールの側鎖をフッ素化したものである。フッ素分子の数nは、n=7が最も撥水効果(剥離効果)が高かったので、この条件で1000 Å成膜した。ただし、Niスパッタリングを実施しなくてもシラノール基を有するトリアジンチオールを用いれば、同様の撥水効果は得られる。

【0026】(D) 次に、離型処理した金型2aを下にセットして、この上に紫外線硬化型樹脂6としてアクリル系樹脂(大日本インキ社製:GRANDIC RC-8720)を3cc塗布した。

【0027】(E) この金型2aを専用の接合機にセッ

トし、予め別の工程でシランカップリング処理(密着性向上処理)を施した目的製品材料の平面基板8(信越石英社製:合成石英スラシルP-20)をゆっくりと押し当てる。この時紫外線硬化型樹脂6の中に泡が発生しないように降下速度を制御した自動接合機で接合した。

【0028】次に、金型2a側からゆっくりと目的製品材料基板8側に押し上げて、形状転写時に余分となる紫外線硬化型樹脂6を除去した。更に、目的製品材料基板8の裏面側から均一な紫外線光を3000 mJ照射して紫外線硬化型樹脂層6を硬化させた。この時の紫外線硬化型樹脂層6の厚さ(紫外線硬化型樹脂層6の3次元構造のトップとスラシル目的製品材料基板8間の距離)は、0.1 μm以下であった。当然、紫外線硬化型樹脂層6の最大厚さは、「パターン深さ:0.75」+「0.1」=0.85 μmである。

【0029】(F) 次に、紫外線硬化型樹脂層6aを目的製品材料基板8に接合したまま金型表面から剥離するため、治具を使って、薄い方の目的製品材料基板8をやや凸形状に変形させながら剥離させた。次に、目的製品材料基板8の表面上の樹脂層6aの転写形状を測定したところ、光学素子部の高さは、0.67 μmに小さくなっていた。これは、樹脂層6aが硬化収縮した為であり、その硬化収縮率は平均で約11%であった。従って、初期の見込み量よりも収縮量が大きかった為、僅かに低い値となった。これは、樹脂層6aの収縮率が底部と上部(光学素子の先端部)では異なるため、先端部が僅かに高さが低くなり、球形状を有していたことによる。

【0030】(G) 次に目的製品材料基板8上の樹脂層6aの転写形状を上記と同様に転写した。ドライエッチング条件は、TCPエッチング装置を用い、CHF₃:12.0 sccm、CF₄:4 sccmのガスを導入しながら基盤バイアス電圧:500W、上部電極パワー:1250W、真空度 1.5×10^{-3} Torr(すなわち1.5 mTorr)で3.5分間エッチングを行なった。この時のエッチング速度は、0.25 μm/分であった。

【0031】先に述べたように、樹脂層6aの収縮率が底部と上部先端部で僅かに異なり、高さが低くなっていたので、エッチングの後半ではCHF₃ガス量を2.0 sccm増加させて選択比を若干大きくしてエッチングした。選択比を段階的に変更することによって、転写時に所望の形状を得ることができた。エッチングの選択比(目的製品材料基板8のエッチング速度/樹脂層6aのエッチング速度)は平均で1.03であり、エッチング後の形状8aの高さは、0.69 μmであった。表面粗さは、Ra=0.001 μm以下で良好であった。尚、光学面は直線形状を有していた。

【0032】(実施例2) 微細構造の製造方法において、金型を可撓性を有するプラスチック材料に形成し、これに樹脂層を塗布して形状を転写し、その形状転写し

た樹脂層を湾曲させて目的材料表面に転写する実施例を、図5、6を参照して説明する。

【0033】(A) 金型母材料12として直径4インチ、厚さ1.0mmのアクリルシートを用意した。金型を形成するまでは金型母材料12を平坦に保つために、これを厚さ2.0mmの裏打ち用合成石英基板13上にワックスで平行に貼りつけた。

【0034】(B) これを基板として実施例1と同様の形状を同様の方法で描画し電子線描画用レジスト4をパターン化した。4aはその表面形状である。

【0035】(C) 実施例1と同様にしてレジスト4のパターンをドライエッティング法により金型母材料12に転写して金型12aを形成した。その金型12aの表面に、実施例1とは異なり、Ni表面処理を施さないで、シラノール基又はチオール基をもつフッ素系トリアジンで表面処理して離型処理を施した。その後、ワックスを加熱してアクリルシートの金型12aを裏打ち用合成石英基板から剥離した。

【0036】(D) 次いで、別途用意してある湾曲面を有する金属製形状転写用成形型14にワックスで接合する。アクリルシートの金型12aは可撓性があるので金属製成形型14に倣って湾曲面を形成する。これを成形用金型として使用する。

【0037】(E) 次に、実施例1と同様の操作を実施する。まず、接合機にこの金型12aを下にして設置する。この金型12aの上に紫外線硬化型樹脂6を10cc塗布する。別途用意してあるシリンダー曲面を有するガラスレンズ16を上方向から押し当て、金型12aの形状を紫外線硬化型樹脂6に転写する。ガラスレンズ16としては紫外線光を透過するものを使用する。その後、ガラスレンズ16側から紫外線17を照射して形状転写した紫外線硬化型樹脂層6aを硬化させる。

【0038】(F) 紫外線硬化型樹脂層6aの硬化後、紫外線硬化型樹脂層6aから金型12aを剥離する。

【0039】(G) 紫外線硬化型樹脂層6aを接合したガラスレンズ16をドライエッティング装置に設置して、実施例1と同様に、紫外線硬化型樹脂層6aの形状をガラスレンズ16に転写する。16aは形状転写後のガラスレンズである。この方法によって、曲面基板上に微細構造の製作が可能となる。

【0040】(実施例3) 潤滑性を有するポリゴンモーター用回転軸を製作した。製作手順を図7、8を参照して説明する。

(A) 金型母材料22として直径4インチ、厚さ1.0mmのシリコンシートを用意した。金型を形成するまでは金型母材料22を平坦に保つために、これを厚さ2.0mmの裏打ち用合成石英基板23上にワックスで平行に貼りつけた。

【0041】この金型母材料22の表面上に電子線描画用レジスト(東京応化社製:OEBR-1000)4を

スピナーにて、500rpmで5秒間、続いて4000rpmで30秒間塗布した。その後、170°Cで20分間のプリベークを行なった後、急冷却した。この時のレジスト膜厚は、0.5μmであった。

【0042】次に、(F)に示す微細形状を得る為に、別途CADソフトを使用してEB照射ビームがなぞる領域分割、経路及びビーム径、ドーズ量、描画時間等を入力しておく。描画全領域を500μm×500μmの正方形の領域に分割して描画プログラムを作成した。最終10製品形状と描画形状とは、反転した関係である。実施例1と同様に描画した。本実施例の場合もX-Yステージを移動させながら描画し、描画に1時間を要した。

【0043】(B) 描画後、実施例1と同様に現像を行なってレジストパターン4aを得た。

【0044】(C) 次に、描画後のレジストパターン4aをドライエッティング法によって金型母材料22に転写して金型22aを形成した。ドライエッティングは、TCPエッティング装置を用い、CHF₃:10.0sccm、CF₄:0.5sccmのガスを導入しながら、基板バ20イアス電圧:500W、上部電極パワー:1250W、真空度1.5×10⁻³Torrで1分間エッティングを行なった。この時のエッティング速度は、0.50μm/分であった。エッティングの選択比は1.0で、エッティング後の形状高さは0.5μmであった。次に、合成石英基板23を加熱して金型22aを合成石英基板23から剥離した。

【0045】(D) この金型22aの表面を離型処理するため、金型表面に金属Cr薄膜をスパッタリング法により9×10⁻¹Paで500Å成膜した。比較的高圧30で成膜したためめり込みが十分に行なわれ、金型22aの表面に均一に成膜された。次に、離型処理したその金型22aを下にセットして、その上に紫外線硬化型樹脂としてアクリル系樹脂(大日本インキ社製:GRANDIC RC-8720)6を10cc塗布した。これをスピナーで回転させて余分な樹脂を除去した。

【0046】この金型22aを専用台にセットし、予め別の工程でシランカップリング処理(密着性向上処理)を施した目的製品材料(ポリゴンモーター用金属軸)26を円柱状形状のまま回転させながら平面状の金40型22a上をゆっくりと回転させた。この操作によって、目的製品材料26の表面上に紫外線硬化型樹脂層6が印刷され、金型22aが目的製品材料26の表面に印刷されたような状態となる。

【0047】(E) 次に、目的製品材料26の表面側から均一な紫外線光を3000mJ照射した。この時の紫外線硬化型樹脂層6の厚さ(金型22aの3次元構造のトップと目的製品材料26の表面との間の距離)は、0.1μm以下であった。次に、金型22aを剥離し、目的製品材料26の表面上の樹脂転写形状6aを測定したところ、上記凹凸部の高さは0.44μmに小さくな50

っていた。

【0048】(F) 次に、目的製品材料26を回転させながら、実施例1と同様にドライエッティング法により樹脂転写形状6aを目的製品材料26に転写した。この時のドライエッティング条件は、R I E (反応性イオンエッティング) エッティング装置を用い、 $\text{CHF}_3: 12.0 \text{ sccm}$ 、 $\text{CF}_4: 4 \text{ sccm}$ のガスを導入しながら、上部電極パワー： 1000 W 、真空度 $1.5 \times 10^{-3} \text{ Torr}$ で20分間エッティングを行なった。この時のエッティング速度は $0.02 \mu\text{m}/\text{分}$ であった。エッティングの選択比(目的製品材料26のエッティング速度/紫外線硬化型樹脂層6のエッティング速度)は平均で0.5で、エッティング後の形状高さは、 $0.22 \mu\text{m}$ であった。表面粗さは、 $R_a = 0.001 \mu\text{m}$ 以下で良好であった。凹凸面(シリンダー状の溝形状)は直線形状である。

【0049】

【発明の効果】本発明では、表面に微細形状をもつ金型の表面に離型処理を施し、その金型表面に硬化可能な樹脂を介して目的製品材料を押し当てて、金型の表面形状の反転形状をその樹脂に転写し、その樹脂を硬化させ、その樹脂を目的製品材料に接合させた状態で金型を剥離した後、その樹脂に転写された形状をドライエッティング法によって目的製品材料に転写することにより、微細表面構造をもつ物品を製造する製造するようにしたので、微細構造(高精度の表面3次元構造)を高精度で、量産製品を大量に生産可能となった。生産の工程を簡素化して再現性あるかつ容易な製造工程とし、低コスト化を実現できた。また、金型表面に離型処理を施したので、金型の寿命を長くし、かつ転写性を向上させ、剥離を容易にすることが可能となった。金型として可撓性をもつ材料を使用すれば、従来工法では全く実現できなかった、

曲面基板上の超微細構造製作が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】可撓性をもつ材料で金型を製作し、変形させて得られる形状の例を示す図であり、(A)はシリンダー一局面を示す斜視図、(B)は球面形状を示す断面図である。

【図2】第1の実施例で製作する回折光学素子を示す断面図である。

【図3】第1の実施例の前半部を示す工程断面図である。

【図4】第1の実施例の後半部を示す工程断面図である。

【図5】第2の実施例の前半部を示す工程断面図である。

【図6】第2の実施例の後半部を示す工程断面図である。

【図7】第3の実施例の前半部を示す工程断面図である。

【図8】第3の実施例の後半部を示す工程断面図である。

【符号の説明】

2, 12, 22 金型母材料

2a, 12a, 22a 金型

4 レジスト

4a レジストパターン

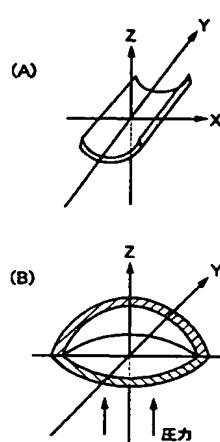
6 紫外線硬化型樹脂

6a 紫外線硬化型樹脂パターン

8, 16, 26 目的製品材料

8a, 16a, 26a エッティング後の目的製品材料の表面形状

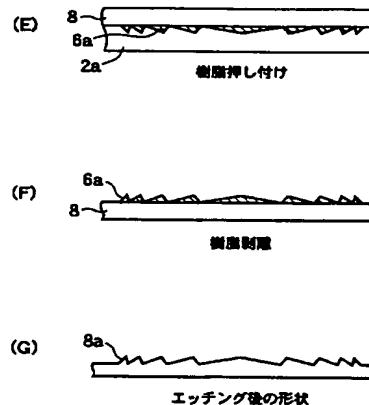
【図1】



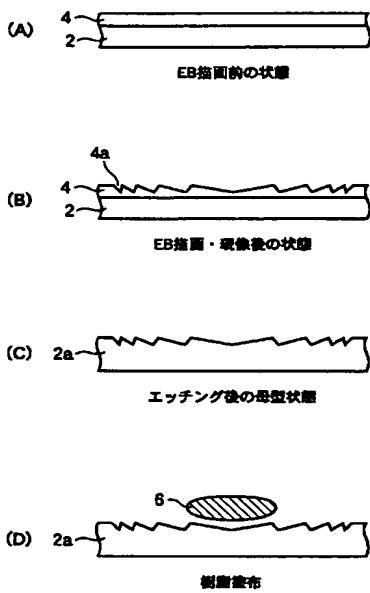
【図2】



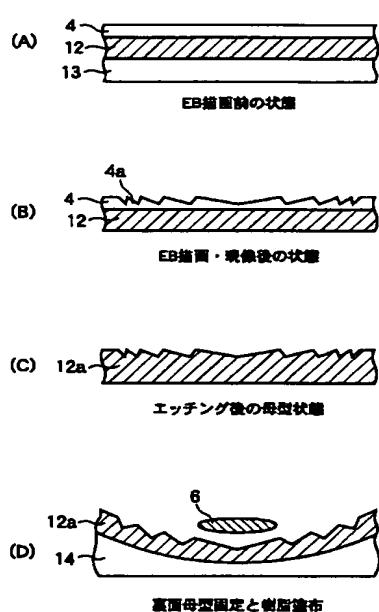
【図4】



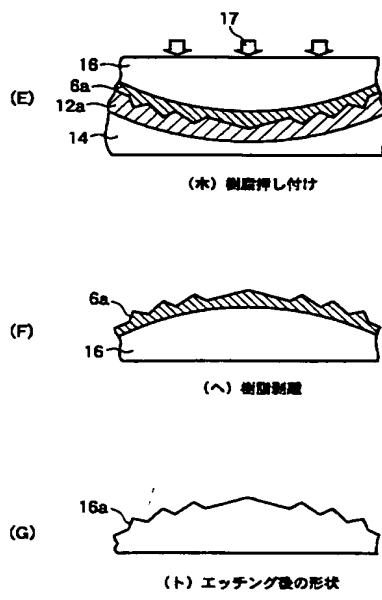
【図3】



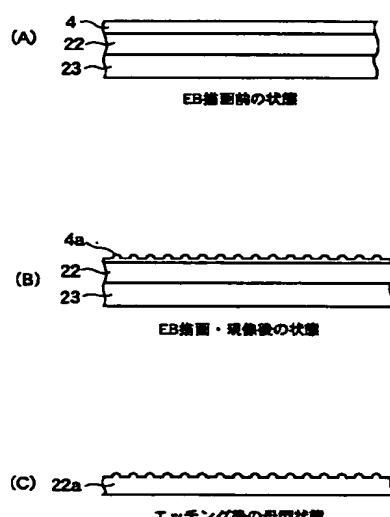
【図5】



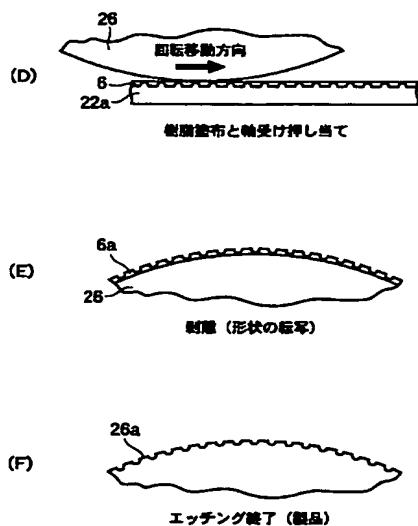
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.7	識別記号	F I	マークコード (参考)
G 0 2 B 3/00		G 0 2 B 3/00	Z
			A
5/18		5/18	
G 0 3 F 7/20	5 0 1	G 0 3 F 7/20	5 0 1
	5 0 4		5 0 4
	5 0 5		5 0 5
7/24		7/24	Z